

DEVICE AND METHOD IN CONNECTION WITH THE PRODUCTION OF STRUCTURES

Publication number: JP2003516644 (T)

Publication date: 2003-05-13

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- international: G03F7/20; B81C5/00; G03F7/00; H01L21/027; B41M1/06;
G03F7/20; B81C5/00; G03F7/00; H01L21/02; B41M1/00;
(IPC1-7): H01L21/027; B81C5/00; G03F7/20

- European: G03F7/00A; Y01N4/00

Application number: JP20010544087T 20001204

Priority number(s): SE19990004517 19991210; WO2000SE02417 20001204

Also published as:

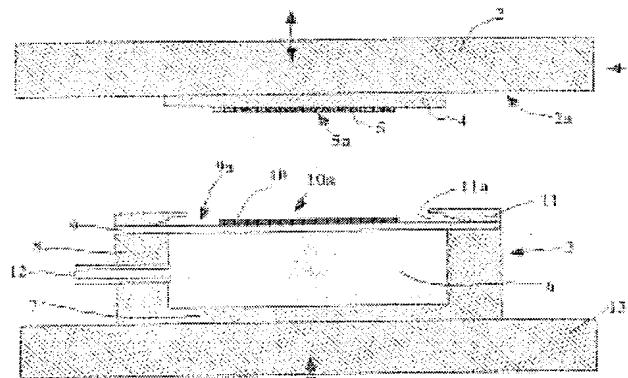
-  JP3862216 (B2)
-  WO0142858 (A1)
-  US2003159608 (A1)
-  US7195734 (B2)
-  SE9904517 (L)

[more >>](#)

Abstract not available for JP 2003516644 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 0142858 (A1)**

Device in connection with the lithography of structures of nanometre size, which device comprises a first main part (1) with a first principally plane surface (2a) and a second main part (3) with a second principally plane surface (9a), said first surface and second surface being opposite to one another and being arranged in principle parallel in relation to one another, with an adjustable interval between them, and said first and second surface being arranged to form a support for a substrate (5) and a template (10) respectively, or vice-versa. According to the invention, said second main part (3) also comprises a cavity (6) for a medium, and means for adjusting a pressure of said medium, a wall of said cavity consisting of a flexible membrane (9), of which one side, which side faces away from the cavity (6), forms said second surface (9a). The invention also relates to a method that utilizes the device.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2003-516644

(P2003-516644A)

(43)公表日 平成15年5月13日 (2003.5.13)

(51) Int.Cl.⁷
 H 01 L 21/027
 B 81 C 5/00
 G 03 F 7/20

識別記号
 501

F I
 B 81 C 5/00
 G 03 F 7/20
 H 01 L 21/30

テマコト⁷ (参考)
 2 H 097
 501
 5 F 046
 502 D

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 36 頁)

(21)出願番号 特願2001-544087(P2001-544087)
 (86) (22)出願日 平成12年12月4日 (2000.12.4)
 (85)翻訳文提出日 平成14年6月7日 (2002.6.7)
 (86)国際出願番号 PCT/SE00/02417
 (87)国際公開番号 WO01/042858
 (87)国際公開日 平成13年6月14日 (2001.6.14)
 (31)優先権主張番号 9904517-1
 (32)優先日 平成11年12月10日 (1999.12.10)
 (33)優先権主張国 スウェーデン (S E)

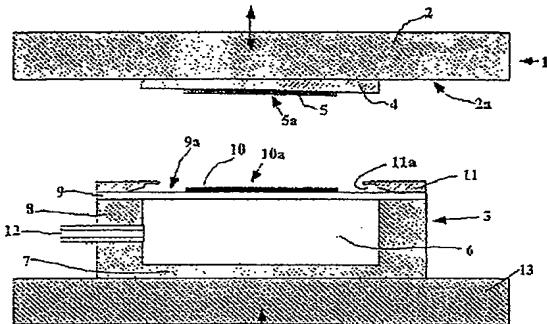
(71)出願人 オプドゥカト アクティエボラーグ
 スウェーデン国 S-201 25 マルメ,
 ポスト オフィス ボックス 580
 (72)発明者 ヘイダリ, ババク
 スウェーデン国 S-244 65 フルレン
 ド, セードラ リュングヴェーゲン 10
 (74)代理人 弁理士 ▲吉▼川 俊雄
 Fターム(参考) 2H097 CA11
 5F046 AA28 CC01 CC02 CC08 CC09
 DA26

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 構造物の製造に関する装置および方法

(57)【要約】

ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィに関する装置が開示され、この装置は、第1の主に平らな表面 (2a) を有する第1の主要部分 (1) と、第2の主に平らな表面 (9a) を有する第2の主要部分 (3) とを具備し、該第1の表面と該第2の表面とは、互いに対向しており、互いに対して原則として平行に配列され、それらの間に調節可能な間隔を有し、該第1の表面および該第2の表面はそれぞれ、基板 (5) およびテンプレート (10) 用のサポートを形成するように配列され、または逆も同様である。本発明によると、該第2の主要部分 (3) は、媒体用のキャビティ (6) と、該媒体の圧力を調節するための手段とを具備し、該キャビティの壁は、可挠性のある膜 (9) から構成され、その一方の側は、該キャビティ (6) から離れて面しており、該第2の表面 (9a) を形成する。本発明は、この装置を使用する方法にも関する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィに関する装置であつて、第1の主に平らな表面(2a)を有する第1の主要部分(1)と、第2の主に平らな表面(9a)を有する第2の主要部分(3)とを具備し、該第1の表面と該第2の表面とは互いに対向しており、互いに對して原則として平行に配列され、それらの間に調節可能な間隔を有し、該第1の表面および該第2の表面が、それぞれ、基板(5)およびテンプレート(10)用のサポートを形成するようによつて逆も同様に配列される装置において、該第2の主要部分(3)が、媒体用のキャビティ(6)と、該媒体の圧力を調節するための手段とを具備し、該キャビティの壁は、可撓性のある膜(9)から構成され、その一方の側は、キャビティ(6)から離れて面しており、該第2の表面(9a)を形成することを特徴とする装置。

【請求項2】 前記膜(9)が、前記第2の主要部分(3)に前記膜の周縁のまわりに固定され、好ましくは第2の主要部分に対して膜の周縁を補強するリング(11)によつて固定されることを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】 膜(9)が、可撓性のある材料、好ましくはポリマー材料または薄い金属、さらに好ましくはプラスチック、ゴムまたは薄い金属から構成され、膜は厚さが10mmまで、好ましくは3mmまで、さらに好ましくは1mmまでであることを特徴とする請求項1または2に記載の装置。

【請求項4】 前記膜(9)の最大幅が、好ましくは直径が、25~400mm、好ましくは50~350mmであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の装置。

【請求項5】 前記媒体が、低圧縮性の気体または液体、好ましくは油、さらに好ましくは作動油から構成されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の装置。

【請求項6】 前記媒体の前記圧力を調節するための前記手段が、圧力を、1~500バール、好ましくは1~200バール、さらに好ましくは1~100バールに調節するように配列されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の装置。

【請求項7】 前記第1の表面(2a)および前記第2の表面(9a)が、表面の法線に一致する方向に、好ましくは表面に対して平行な方向に互いに対して変位するように配列されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の装置。

【請求項8】 前記第2の表面(9a)が、表面の法線に一致する方向に、前記第1の表面(2a)に向けてペリスコープ式に変位するように配列され、前記第2の主要部分(3)が、前記媒体の圧力を調節する手段によって変位するように配列されるペリスコープ式に変位可能な部分(8, 9)具備することを特徴とする請求項7に記載の装置。

【請求項9】 少なくとも1つのサポートプレート(4, 4', 4'', 14, 15, 16)が、前記第1の表面(2a)および/または前記第2の表面(9a)と前記基板(5)または前記テンプレート(10)との間に配列され、サポートプレートの厚さが、0.1~30mm、好ましくは0.1~20mm、さらに好ましくは0.1~10mm、もっとも好ましくは0.1~5mmであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の装置。

【請求項10】 前記サポートプレート(4, 4', 4'', 14, 15, 16)が、真空によって、前記表面(2a, 9a)に対して、および/または別のサポートプレート(4, 4', 4'', 14, 15, 16)に対して、および/または前記基板(5)および/またはテンプレート(10)に対して、しっかりと保持されるように配列され、装置がそのような真空を形成するための手段(19, 20, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32)も具備することを特徴とする請求項9に記載の装置。

【請求項11】 前記少なくとも1つのサポートプレートの1つ(16)が、良好な熱伝導率を有する材料から構成され、サポートプレートが、好ましくは冷却媒体用のチャネル(18)を有することを特徴とする請求項9に記載の装置。

【請求項12】 前記少なくとも1つのサポートプレートの1つ(15)が、良好な断熱能力を有する材料から構成され、サポートプレートが好ましくは、電気的に(17)、機械的にまたは放射線によって(R')、加熱するように配

列されることを特徴とする請求項9に記載の装置。

【請求項13】 ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィに関する方法であって、以下、ナノインプリンティングと称する、基板(5)およびテンプレート(10)が第1の表面(2a)と第2の表面(9a)との間に置かれ、第1の表面(2a)と前記第2の表面(9a)とは互いに対しても対向しており、主に平らな、且つ、互いに対しても主に平行である方法において、前記第2の表面(9a)は可撓性のある膜(9)の一方の側から構成され、圧力が前記膜の他方の側に形成され、そのため、テンプレート及び基板が一緒に加圧され、一方、前記第1の表面(2a)はドリーとして作用することを特徴とする方法。

【請求項14】 前記第1の表面(2a)および前記第2の表面(9a)が、膜(9)の他方の側の加圧が実行される前に、まず互いに向けて変位することを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】 前記圧力が、圧縮中に5～500バールに、好ましくは5～200バールに、さらに好ましくは5～100バールに調節されることを特徴とする請求項13または14に記載の方法。

【請求項16】 前記基板が、まず電気的、機械的または放射線によって加熱され、それに続いてテンプレート及び基板は前記加圧のために一緒に加圧され、次いで基板は冷却媒体によって冷却され、その後、テンプレート及び基板は互いから分離されることを特徴とする請求項13乃至15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】 ナノインプリンティングのサイクルが、4分未満の時間で、好ましくは1～3分で実行されることを特徴とする請求項13乃至16のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィに関する装置に関し、この装置は、第1の主に平らな表面を有する第1の主要部分と、第2の主に平らな表面を有する第2の主要部分とを具備し、該第1の表面と第2の表面とは、互いに対向しており、互いにに対して実質的に平行に配列され、それらの間に調節可能な間隔を有し、該第1の表面および第2の表面はそれぞれ、基板またはテンプレートにサポートを提供するように、また逆も同様に配列される。また本発明は、ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィの製造に関する方法にも関する。本発明は、半導体構成要素を製造するために、シリコン、リン化インジウムまたはガリウムヒ素等の半導体材料にナノインプリントリソグラフィを施すことに関して適用可能であるが、たとえばバイオセンサ等で使用するために比較的高いガラス転移温度を有するセラミック材料、金属またはポリマー等の他の剛性材料にナノインプリントリソグラフィを施すことに関しても適用可能である。

【0002】

(背景技術)

マイクロエレクトロニクスの傾向は、さらに小さい寸法に向かっている。原則として、寸法は3年で半分になるように開発されている。商業的な構成要素は、現在およそ200 nmのサイズの構造物で製造されているが、さらに100 nm未満への寸法の減少が必要である。量子効果に基づく構成要素に関する研究は、今や大いに時事的であり、10 nm未満の寸法の構成要素を商業的に適用可能にする製造技術に対する需要が生まれている。これらのナノ構成要素は現在、研究目的で連続技術を使用して個別の標本を生産することができるが、大量生産には並行生産方法が必要である。最近開発されたこの種類の平行生産方法は、ナノインプリントリソグラフィ (NIL)、米国特許第5,772,905号であり、これは、原子スケールに近い構造物の大量生産用に基本的の前提条件を設定している。スティーブン Y. チョウ、ピーター R. クラウス、ウェイ ツアン、リンジエ グオおよびレイ ツアン著「サブ10 nmインプリントリソグラフィお

より応用 (Sub 10 nm imprint lithography and application)」、真空科学技術ジャーナル、B, 第15巻第6号 (1997) を参照のこと。複数の研究報告がこのテーマで呈されているが、今までこの方法は、総領域が小さい一般的にわずか数平方センチメートルの構成要素にナノインプリントを施すのに制限されてきた。スティーブン Y. チョウ、ピーター R. クラウスおよびプレストン J. レンストーム著「ナノインプリントリソグラフィ (Nano imprint Lithography)」、真空科学技術ジャーナル、B, 14, 4129 (1996)、K. ファイファー、G. ブライジーゼル、G. グルツナー、H. シュルツ、T. ホフマン、H. C. シェイア、C. M. ソツマヨー トリスおよびJ. アホペルト著「ナノインプリント用に調整可能なガラス温度を有する新ポリマー材料の適合性 (Suitability of new polymer materials with adjustable glass temperature for nano imprinting)」、マイクロエンジニアリングおよびナノエンジニアリング会議議事録 (1998)、および、ルーベン、ボ クイ、ウェイ ウ、リン シュー コン、シャオユン スンおよびスティーブン Y. チョウ著「4×4 cm² 領域上に45 Gビットを有する垂直量子化磁気ディスク (Perpendicular quantized magnetic disks with 45 G bits on a 4×4 cm² area)」、応用物理ジャーナル、85, 5534 (1999) を参照のこと。

【0003】

しかし、ナノインプリントリソグラフィ用の商業用の機器は未だに呈されておらず、これは主にナノメートルサイズの構造物を製造するには全く新しいアプローチが必要であるという事実による。そのような小さな寸法の生産は、すべての成分処理段階で以前より大幅に需要が高まっており、新処理材料、新設計および新技術解決法が開発されなければならない。しかし、ナノメートルサイズの構造物を大量生産する必要性は大きく、今日のものよりも大幅に高い感度を有する様々な用途の、より小型な回路およびセンサの設計にまったく新しい可能性を開く。

【0004】

ナノインプリントリソグラフィの基本的原則は、シリコンの平らなプレートに塗布される、薄いフィルム層の機械的変形である。ナノインプリントリソグラフィ方法は、CDの製造方法と比較することができ、下記の3段階に述べることができる。

1. テンプレートの製造：テンプレートは、様々な材料、たとえば、金属、半導体、セラミックまたは特定のプラスチックから製造することができる。テンプレートの1つの表面に三次元構造物を形成するために、構造物のサイズの必要条件およびその解決法により様々なリソグラフィ方法を使用することができる。300 nm未満の構造物寸法には、通常、EビームおよびX線リソグラフィが使用される。より大きな構造物には、直接レーザ照射およびUVリソグラフィが使用される。

2. インプリント：たとえばポリアミドの様なポリマーの薄層が、シリコンの平らな構造物に塗布される。層は一定の温度、いわゆるインプリント温度で加熱され、所定のテンプレートおよび基板と一緒に加圧され、テンプレート構造物の逆型が基板のポリマー層に移される。

3. 構造物移転：ポリマー層と一緒に加圧された領域には、ポリマーの薄い層が残る。最終段階は、基板上にこの薄く残った層の除去である。これは、いわゆるRIEまたは酸素プラズマユニットで行なわれる。この残りの層が薄ければ薄いほど、ナノインプリント方法を使用して形成することができる基板は微細になる。

【0005】

インプリント段階（2）においてテンプレートおよび基板が、互いに対して絶対的に平行に配列されなければならない。しかし公知の装置では、平行性の欠如により問題を引き起こす数多くのエラー源がある。公知の装置のいくつか、たとえばフリップチップボンダーでは、表面同士の間の平行性が測定され、その後特定の装置、たとえば、圧電構成要素を使用して機械的調節が行われ、表面が互いに対して平行なままであることを確実にする。アルベルト ジャラミローネネツ、カルロス ロブレドーサンチェスおよびアレジャンドロ コルネジョーロド

リゲス著「透明および非透明プレートの平行の測定 (Measuring the parallelism of transparent and non transparent plates)」、光学エンジニアリング、96年12月、第35巻第12号、3437頁～3441頁を参照のこと。しかし、この種の測定および調節は複雑であり、テンプレートと基板との間の平行性を妨害するエラー源によって本質的に損なわれる。

【0006】

さらに、平らなプレートの表面の材料には構造的な変動があり、言い換えると、ナノメートルのスケールではプレートが研磨されたとしても、各プレート（テンプレートおよび基板）の表面には不均一さが存在する。これらの不均一さによって、テンプレートと基板とが一緒に加圧されるときに表面上に望ましくない力の不均一な分配が生じ、結果として、基板上で不均一にくぼんだ構造物になる。これは、プレートが大きい場合、たとえば、表面のサイズが直径50mmを超える場合、インプリント方法では特に重大である。

【0007】

したがって、インプリント技術を使用してナノメートルサイズの構造物を商業的に生産するには、解決すべき主要な問題が2点ある。問題の1つは、一緒に加圧されるべき平らな表面の平行性であり、2つ目の問題は、平らな表面全体に力を均一に分配することである。これらの問題を解決することが、およそ7～20cm²以上の広い総領域を有する表面に半導体構成要素用の材料にナノインプリントィングを施す商業的方法には前提条件である。

【0008】

(発明の開示)

本発明の目的は、ナノメートルサイズの構造物のリソグラフィに関する装置および方法を提供することであり、該装置および方法によって基板とテンプレートとの間の平行性に関する上述の問題および圧縮の力の均一な分配の問題が解決される。特に、半導体構成要素用の材料に構造物をナノインプリントするための装置および方法が開発されている。この材料は7～20cm²よりも広い通常は円形の総領域を有する。また一方で、一定の剛性を有する、すなわち、可撓性のな

い他の材料に構造物をナノインプリントするのにも適用することができる。当然ながら本発明は、より小さな総表面を有する材料に構造物をナノインプリントするのにも適用することができる。

【0009】

本発明によると、装置はプリアンブルによってこのように呈され、第2の主要部分も、媒体用のキャビティと該媒体の圧力を調節するための手段とを具備し、キャビティの壁は可撓性のある膜から構成され、その一方の側は、キャビティから離れて面し、第2の表面を形成することを特徴とする。

【0010】

このようにテンプレートは、本発明にしたがって可撓性のある膜によって支持され、該膜は反対側で加圧されるのと同時に、基板が固定され安定した表面によって支持され、またその逆も同様である。これによって、基板とテンプレートとが互いにに対して絶対的に平行に配列され、それと同時に基板とテンプレートと一緒に加圧する力の分配は、基板/テンプレートの表面上で絶対的に均一である。本発明はこのように、単純にではあるが見事に物理的原則の使用に基づいており、これにより時間および費用のかかる、基板とテンプレートとの間の平行性の信頼性のない測定および調節の必要性を排除する。

【0011】

(発明を実施するための最良の形態)

本発明の1つの形態によると、膜は可撓性のある材料、好ましくはポリマー材料または薄い金属、さらに好ましくはプラスチック、ゴムまたは薄い金属から構成され、膜は厚さが10mmまで、好ましくは3mmまで、さらに好ましくは1mmまでである。実用的なもの以外、実際には膜の厚さに下限はなく、究極的には単一の原子層に対応する厚さを有する膜であるが、少なくとも現在の状況では事実上不可能である。膜は、膜の周縁のまわりの第2の主要部分の場合、キャビティの縁にもっともよく固定され、そうでなければ撓むことができる。

【0012】

本発明の別の形態によると、上記媒体は低圧縮性の気体または液体から構成され、好ましくは油、さらに好ましくは作動油である。たとえばブレーキ液等の単

純な油を使用することもできる。キャビティは上記媒体が油圧的に充填されることが意図され、装置は実際のインプリント段階中に、キャビティ内の圧力を1～500バール（過剰圧力）、好ましくは1～200バール、さらに好ましくは1～100バールに調節するための手段も具備する。基板の加熱中に、インプリント段階の前に、圧力はここで1～5バールに調節することができ、加熱に続いて実際のインプリント段階中に圧力は、5～500バール、好ましくは5～200バール、さらに好ましくは5～100バールに調節することができる。当然ながら、圧力をゼロに調節することもできる。

【0013】

本発明のさらに別の形態によると、装置は加熱するための手段、たとえば電気または機械的手段、または放射するための手段および、たとえば冷却媒体によって基板を冷却するための手段とを具備する。加熱および冷却は、一般的に30～300℃の間の基板温度を達成するように調節することができる。

【0014】

本発明による装置および方法により、ナノメートルサイズのよく画成された構造物を迅速、容易、かつ安価な方法で、7～20cm²よりも広い総領域を有する剛性材料に、たとえば、最大幅または直径が150まで、好ましくは250mまで、さらに好ましくは350mmまで、またはそれ以上の材料に形成することができる。本発明によるナノインプリントのサイクルは一般的に、4分未満、または3分未満、しばしばおよそ2分である。ナノメートルサイズの構造物は、ここでは個別構造物で100nm未満、または50nm未満、または10nm未満でさえあってもよい。

【0015】

本発明は、半導体構成要素の製造用の、シリコン等の半導体材料のナノインプリントリソグラフィに適用可能である。驚くべきことに、ナノインプリントリソグラフィは、本発明によって、リン化インジウム（InP）またはガリウムヒ素（GaAs）等の他の半導体材料に行なうことができる事がわかった。これらの材料はシリコンと異なりかなりもろく、そのためナノインプリントング上の不均一な力の分配に対してかなり敏感である。リン化インジウムまたはガリウム

ヒ素等のもろい半導体材料にナノインプリントを行なうことができる他の方法または装置は今まで呈されていない。しかし本発明は、たとえばバイオセンサに使用するような比較的高いガラス転移温度を有するセラミック材料、金属またはポリマー等の他の剛性材料に、ナノインプリントを行なうことができる。

【0016】

本発明は、図面を参照して、下記でさらに詳細に説明される。

【0017】

図1の参照符号1は、本発明による装置の好適な実施形態における第1の主要部分を表す。この第1の主要部分1は、第1の主に平らな基部プレート2を具備し、好ましくは、第2の主要部分3に面する表面2aの法線に一致する方向に変位されるように配列される。主に平らなサポートプレート4は、その上に基板5が置かれることが意図され、表面2aに連結されることが可能である。あるいは、基板5を表面2aに直接置くことができる。この基板は、たとえば、ナノインプリントリソグラフィの公知の技術にしたがって、第2の主要部分3に向けて面するその表面5a上に、たとえばポリアミド、好ましくはポリメチルメタクリレート(PMMA)の薄層を有するシリコンプレートから構成される。基板5は、円形であることが好ましい。主要部分1および3は、回転対称の外観を有することも好ましい。

【0018】

第2の主要部分3はキャビティ6を有し、これは底部7と図示の例では、円形円筒形の側壁8とによって形成される。キャビティ6のルーフとして平らで可撓性のある膜9が、底部7とは反対側に配列される。この膜9は、図示の例ではゴム膜から構成され、その一方の側9aは、テンプレート10のサポートを形成し、直径または最大幅が25～400mm、好ましくは50～350mmである。膜は、厚さが10mmまで、好ましくは3mmまで、さらに好ましくは1mmまでである。テンプレート10は、ナノインプリントリソグラフィの公知の技術にしたがって、金属などのプレートから構成され、これには第1の主要部分1に向けて面する表面10a上に、ナノメートルサイズの寸法で、微細な構造パターンが設けられている。

【0019】

膜9は、固定装置によってキャビティ6の縁で膜9の周縁のまわりの第2の主要部分3に固定される。リング11が、図示の例では円形であり、固定装置として使用され、このリングは、膜9の周縁の縁をそれ自体と側壁8の自由縁との間にしっかりと加圧するように配列される。内側円形縁に沿い、膜に向けて面する側で、リング11は11aにペベルされることが好ましく、リング11からの転移で膜9に軟撓みを提供する。これによって膜9が裂けたりノッチが折れたりする危険は減少し、耐用期間が延びる。

【0020】

キャビティ6は、媒体、好ましくは作動油を収容するように意図され、これは入口チャネル12を経由して加圧することができ、キャビティの側壁8または底部7に配列されることが可能である（図9bに示されるように）。加圧は、ポンプ（図示せず）によって行われ、非常に小さい変動で圧力を提供するように適合されることが最良である。これは、たとえば、比例弁によって達成することができる。

【0021】

第2の主要部分3には、第2の主に平らな基部プレート13も含まれ、キャビティ6を有する部分のサポートを形成する。

【0022】

図2aは、本発明による装置の第2の実施形態を示し、主に平らなサポートプレート14が膜9とテンプレート10との間に配列されている。サポートプレート14は、厚さが0.1~30mm、好ましくは0.1~20mm、さらに好ましくは0.1~10mm、もっとも好ましくは0.1~5mmであり、金属、半導体材料またはセラミック材料、たとえばステンレス鋼、炭化ケイ素または酸化アルミニウム等の材料で達成されることができる。上述のサポートプレート4もまた、これらの寸法を有することが最良であり、同一種類の材料で達成されることが最良である。

【0023】

第2の主要部分3のサポートプレート14は、良好な断熱材である材料、すな

わち、低熱伝導率を有する材料から構成されることがもっとも有利である。

【0024】

サポートプレート14は、テンプレート10の固定装置を形成し、図9に関連してより詳細に説明される。この実施形態においては、リング11はスペーサー部分11bとリップ11cを有することが好ましく、リップ11cは両主要部分が一緒にされる前に少なくとも主要部分3が主要部分1の上に配列されるときに、サポートプレート14が第2の主要部分3から落ちるのを防止する。

【0025】

図2aは、矢印によって、主要部分1が半径方向に、すなわち、主要部分1および3の表面2aおよび9aに対して平行な方向に、主要部分3に対してどのように変位するように配列されるかを示す。基部プレート2は、ここでは表面2aから離れて面している固定部分2bと可動部分2とを有することができる。変位は、テンプレートおよび／または基板の交換に関連して達成される。図2bは、図2aによる実施形態を斜視図で示す。

【0026】

図3aおよび3bは、キャビティ6の圧力が増加し、テンプレートの表面10a上のナノメートルサイズの構造物を基板の表面5aへ移すために、膜9の可撓性のおかげで、テンプレート10および基板5が一緒に圧されるときの、図1または2による装置を示す。

【0027】

図4は、基板5の主要部分1を示し、基板を加熱するサポートプレート15と基板を冷却するサポートプレート16とを具備する。図示の好適な実施形態において、それぞれ加熱および冷却用のこれらのサポートプレート15および16は、基板5と基部プレート2との間に、好ましくは、基板5、サポートプレート4（基板を保持するための真空を有する）、冷却用のサポートプレート16、加熱用のサポートプレート15および基部プレート2の順で配列されたサポートプレートを構成する。基板を加熱するためのサポートプレート15は、良好な断熱能力を有する材料、たとえば、セラミック断熱材等のセラミック材料またはマコール等のセラミック複合材料から構成されるのが最良である。基板を冷却するため

のサポートプレート16は、良好な熱伝導率を有する材料、たとえば、炭化ケイ素、ステンレス鋼、アルミニウムまたは何らかの形態の酸化アルミニウムから構成されるのが最良である。サポートプレート15および16は、上記によるサポートプレート14と同一の範囲の厚さを有することが好ましい。

【0028】

図5は、サポートプレート15がどのように電気加熱コイル17を含むことができるかを示しており、これはサポートプレート15の表面の溝にはめこまれている。加熱コイル／溝17は、図示の実施形態ではダブルコイルとして形成されているが、当然ながら他の形状を有することが可能である。類推によって、図6によるサポートプレート16は、冷却媒体、たとえば空気や窒素等の気体、または水等の冷却液体のためにその内部にチャネル18を含むことが可能である。図示の実施形態のチャネル18は、ダブルコイルとして形成されているが、当然ながら他の形態を有することも可能である。

【0029】

図7は、代替実施形態を示し、基板5の加熱は、基部プレート2およびサポートプレート4または16を経由して、基板の放射線R'によって行われる。使用されている放射線R'は、たとえば、IR放射線型（サポートプレート16が炭化ケイ素で達成されることが最良である）であってもよく、または高周波すなわち10MHz以上の周波数を使用する放射線であってもよく、装置はそのような放射線を生成するための手段（図示せず）を具備する。

【0030】

図8aおよび8bは、サポートプレート4にどのように基板5を真空保持するための装置を設けることができるかを示す。サポートプレートはここでは、サポートプレート4の両面に溝19を有し、図示の例では円形溝である。2つの溝19は、少なくともプレート4を通って連続している穴によって1つの点20で互いに結合されている。真空は、基部プレート2を経由して真空ファンへの接続（図示せず）によって、溝19および穴20内に形成される。この真空装置によって、基板5はサポートプレート4にしっかりと吸引され、次にサポートプレート4は、冷却のためにサポートプレート16にしっかりと吸引されるか、または、基部

プレート2に直接吸引される。加熱用のサポートプレート15および/または冷却用のサポートプレート16にも、または代わりにサポートプレート4および基部プレート2を真空保持する装置を設けることができるとしても認識される。

【0031】

図9aおよび9bは、この場合、テンプレート10と膜9との間に配列されたサポートプレート14も、真空装置19、20を備えたサポートプレートから構成されることができるることを示す。この場合は、真空ファン（図示せず）へ接続するためのチャネル21が、溝19および穴20に設けられ、好ましくは、直接穴20に接続される。この場合もまた、ベベル部分11aをリング11に設けることができ、この部分11aは、膜9と真空サポートプレート14との間に位置することができる。図9aは、テンプレートが上にないサポートプレート14を示し、図9bは、テンプレートを上有するサポートプレート14を示す。入口チャネル12を、基部プレート13を経由して主要部分3の底部にどのように配列することができるかも示されている。

【0032】

基板5のナノインプリントングの製造サイクルを、図面から始めて下記に説明する。開始フェーズでは、主要部分1および3の両方は、図2によると軸方向および半径方向に互いに對して変位している。基板5はサポートプレート4上に置かれ、テンプレート10は膜9またはサポートプレート14上に置かれる。基板およびテンプレートは、真空によって適所に保持されるのが最良であるが、他の方法も考えられる。第1の主要部分1は、第2の主要部分3に対する適所に半径方向に変位され、次いで、これに對して軸方向に変位される。この関係でリング11とサポートプレート4またはサポートプレート4がない場合には基部プレート2との間で狭い間隔が、たとえば10mmまで、好ましくは5mmまで、さらに好ましくは1mmまでのままであるように、変位が軸方向に達成されことが最良である。これは、図3aに示される。あるいは、リング11またはそのリップ11cがサポートプレート4または基部プレート2に当接するように軸方向変位が行われる。これは図3bに示され、2つの主要部分1および3が一緒になるときに、基板5とテンプレート10との間に上述の間隔に對応する狭い間隔を

保ち続けるように、構成要素の寸法が適合される。

【0033】

主要部分の軸方向変位に続いて、キャビティの媒体の圧力が入口チャネル12を経由しておよそ1～5バールへ増加し、そのため膜9が撓み、基板5とテンプレート10とが一緒に軽く加圧される。基板5は、たとえば図5または図7によると、これを加熱するための装置によって加熱され、次いで、キャビティ6の媒体の圧力が入口チャネル12を経由して5～500バールへ、好ましくは5～200バールへ、さらに好ましくは5～100バールへ増加し、基板5およびテンプレート10は対応する圧力で一緒に加圧され、この圧力は可撓性のある膜9を経由して伝えられる。可撓性のある膜のおかげで、力の絶対的に均一な分配が、基板とテンプレートとの間の接触表面全体にわたって得られ、これらは互いに対して絶対的に平行に配列されるようにされ、基板またはテンプレートの表面の不規則性の影響は排除される。材料、温度、圧力等の選択に依存する圧縮時間に続いて、通常これは3秒未満であり、1秒未満であることが好ましいが、たとえば図6に示される種類の装置によって基板の冷却が開始する。冷却が完了すると、キャビティ6の圧力は減少し、2つの主要部分1および3が互いから分離し、それに続いて基板5とテンプレート10とが互いから分離する。この後、基板はノインプリンティングでは公知であることにしたがって、さらなる処理を受ける。このさらなる処理は本発明の一部ではなく、したがって、詳細には説明されない。

【0034】

図10aは、テンプレートが上にないサポートプレート14を示し、一方、図10bは、テンプレートを上に有するサポートプレート14を示す。図10aおよび10bは、ここでは、本発明の代替実施形態を示し、第2の主要部分3が軸方向変位のためにペリスコープ部分として形成される。ここでは、媒体および関連ポンプ（図示せず）を備えたキャビティ6をペリスコープ変位にも使用する。ここで側壁8の外側に配列されるのが、その間に小さなギャップ23のみを有する外壁22である。それぞれ側壁8および外壁22の端に、スライドシール24aおよび24bがそれぞれ配列される。装置（図示せず）も設けられる場合、側

壁8を有する部分が外壁22からゆるむほど変位することを防止することが最良である。外壁22は、キャビティの底部7または基部プレート13によって他方の端に制限される。入口チャネル12は、外壁22または底部7、13に、すなわちギャップ23の外側領域に配列される。ギャップ23の領域に第2の入口チャネル25が配列され、それによって、ギャップ23の媒体の量およびその圧力に影響を与えることができる。主要部分3の、またはむしろ膜9およびテンプレート10のペリスコープ変位は、ギャップ23の媒体が第2の入口チャネル25を経由して流れ出ることができるのと同時に、入口チャネル12を経由してキャビティ6の圧力を増加することによって達成される。リング11またはそのリップ11cが第1の主要部分1(図10では図示せず)に当接するときに、キャビティ内の圧力が連続して増加する結果、膜9が圧力をテンプレートに移動するので、上述のように基板と一緒に圧される。

【0035】

ペリスコープ主要部分3を引っ込めるために、インプリンティングの完了後、キャビティ6の圧力は解放され、代わりにギャップ23の圧力が第2の入口チャネル25を経由して増加する。側壁8はそれによって変位し、それとともに膜9およびテンプレート10が基部プレート13に向けて変位し、スライドシール24aおよび24bは、それぞれ外壁22および側壁8に対して摺動する。

【0036】

図11a、11bおよび11cは、基板およびテンプレートを真空保持するための代替装置を示し、この装置は図1に関連して上述のもの、すなわちサポートプレート4と同一の種類のサポートプレート、すなわちこの図面ではサポートプレート4'から構成される。サポートプレート4'には、図8に示されたのと同一の方法で、その平らな表面の両側に溝19と通し穴20とが設けられ、これは、真空接続(図示せず)の下を通って真空を達成し、これがサポートプレート4'の一方の表面に基板5をしっかりと保持し、サポートプレート4'を基部に、たとえばこの図面では図示されないが基板5を冷却するためのサポートプレートに、しっかりと保持する。サポートプレート4'の一方の側のみに、溝19の外側に第2の真空溝26が配列され、図示の例では、円形溝26であり、その直径

はテンプレート10および基板5の直径よりも大きい。溝26に、穴27を経由して図示されない真空ファンに接続するためのチャネル28が設けられる。基板5は、サポートプレート4'によって第1の真空溝19によってしっかりと保持されることができ、テンプレート10を直接基板5に置くことができ、これに続いて、図11cに示されるように、たとえばアルミニウムまたはゴム製のフィルムまたはフォイル29をテンプレートおよび基板の周縁のまわりを完全に覆うかまたは通って置くことができ、このフィルムまたはフォイルは、真空溝26に対して迅速に吸引され、それにより、テンプレート10を基板5に対してしっかりと保持する。図11に示される装置のおかげで、基板5およびテンプレート10を、図11に示されるように、装置の主要部分1および3の一方に、このように一緒に置くことができ、この後、主要部分は互いに対して変位するので、前述のように互いに対して配向され、互いに近づく。インプリント段階の後、溝19の真空を解除することができ、一方、溝26の真空は維持され、簡単な基板の交換のためテンプレートおよび基板を依然として備えたまま、サポートプレート4'を装置から取り除くことができる。

【0037】

図12aおよび12bは、基板およびテンプレートを真空保持するためのさらに別の代替装置を示し、この装置は、図1に関連して上述のもの、すなわちサポートプレート4と同一の種類のサポートプレート、すなわちこの図面ではサポートプレート4'，から構成される。サポートプレート4'には、図8に示されたのと同一の方法でその平らな表面の両側に溝19と通し穴20とが設けられ、これは、真空接続（図示せず）の下を通って真空を達成し、これがサポートプレート4'の一方の表面に基板5をしっかりと保持し、サポートプレート4'を基部に、たとえばこの図面では図示されないが基板5を冷却するためのサポートプレートに、しっかりと保持する。サポートプレート4'には、サポートプレートの一方の側の溝19の外側で、隆起した縁30が配列され、縁30とサポートプレート4'との間の角度に溝31があり、この溝31は真空チャネル32に接続される。図12aは、テンプレートおよび基板が上にないサポートプレート4'を示し、一方、図12bは、テンプレートおよび基板を上に、縁30

内部に、備えたサポートプレート4'を示す。縁30と基板/テンプレートとの間に小さなギャップしかなく、そのギャップを通じて真空チャネル32内へ空気が吸引されるように寸法が適合される。これによってテンプレートと基板との両方がしっかりと保持され、図11と同一の機能を達成することができる。縁30は、基板5（または、サポートプレート4'）にもっとも近く置かれるのであれば、テンプレート10）の厚さを超える高さを有する。

【0038】

実施例

本発明によるインプリント試験は、下記のパラメータにしたがって行われた。基板は、Si/SiO₂で、直径5.1cmであり、コーティングは950K PMMAであり、これは炉で180°Cで24時間焼かれた。最大圧力は60バールであり、最高温度は170°C、最低温度は80°Cであった。テンプレートは、Si/SiO₂で、直径5.1cmであり、テンプレート構造物はラインとドットとの形態であり、ラインの幅は50、75、100および150nmであり、直径は50nm、ドットの間の距離は25nmであった。テンプレートには、厚さ20nmのニッケルの保護層が設けられ、これは蒸発によって蒸着された。テンプレートは、インプリンティングの前に超音波の影響下でこれをアセトンに浸漬することによってクリーニングされ、窒素ガスを使用して乾燥された。

【0039】

図13は、製造サイクルの時間の関数としての基板温度と圧力とのグラフを示し、これは本発明による装置で2分をやや超えて拡張した。グラフに示されるように、温度が上昇する時間はおよそ1分であった。次いで圧力が、膜を経由して加えられ、所望の最大圧力に到達すると、基板の冷却が開始した。冷却中、圧力は所望の設定点へ調節された。

【0040】

この試験では、およそ60バールの圧力が基板のPMMA層に200nm深さの圧痕を与えることを示した。より大きな深さを所望の場合は、より高い圧力を使用することができる。

【0041】

同一のテンプレートで10サイクルの後、全基板の表面全体が均一にインプリントされたことを確認することができる。構造物には、異なる構造物を有する領域にまたはそれらの間に、重大な変動は観察されなかった。

【0042】

およそ50nmのPMMAが圧痕に残り、エッティングによって除去された。エッティング後、基板の表面のプロファイルは、ほぼ十分に垂直な壁であった。エッティング後、基板は圧痕に蒸発によってCrが塗布され、次いで、残っているPMMAを除去する段階が実施され、結果として、圧痕に金属コーティングがうまく得られた。

【0043】

図14aは、幅が100nmでラインの間のギャップ距離が300nmであるライン／くぼみを備えたテンプレートの一部の走査電子顕微鏡写真である。テンプレートの総表面は25cm²であった。図14bは、本発明による装置の、PMMAの層に図14aのテンプレートがインプリントされている基板の一部を示す。隆起する構造物は非常に規則的であり、欠陥がまったくない。

【0044】

図14cは、本発明による装置でインプリントされたシリコンの基板のアルミニウム金属被覆された表面を示し、ラインは100nmであり、ラインの間のギャップ距離は200nmおよび500nmである。示された写真では、インプリントされた表面はアルミニウムで金属被覆され、次いでPMMAが除去された。基板の総表面は25cm²であった。

【0045】

図14dは、本発明による装置でPMMAにインプリントすることによってシリコン基板に製造された50nmのサイズのアルミニウムドットを示す。ドットは、25cm²の総表面上に変動するギャップ距離を有して作られた。示された写真では、インプリントされた表面はアルミニウムで金属被覆され、次いでPMMAが除去された。最小ギャップ距離は25nm未満であると判定された。

【0046】

本発明は、上述の実施形態および実施例に制限されないが、上記の特許請求の

範囲内で変動することができる。したがって、たとえばテンプレートおよび基板が図示の図面で互いに場所を変えることは容易に認識される。ナノインプリントングに関連する従来の方法、たとえば、純粋なパーティクルフリーガスたとえば窒素ガスまたは他のガスを使用して、基板およびテンプレートの表面、およびそれらの間の空間をクリーニングすることも認識される。さらに、膜の接着やキャビティの形成等を本質的に異なる方法で、本発明による概念から逸脱することなく実施することができることも認識される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明による装置の第1実施形態の側部から見た断面図である。

【図2】

図2aは、本発明による装置の第2実施形態の側部から見た断面図であり、装置の第1の主要部分がどのように変位することができるかを示し、図2bは、図2aによる実施形態の斜視図である。

【図3】

図3aは、基板およびテンプレートと一緒に圧している図1または2の装置の図であり、図3bは、基板およびテンプレートと一緒に圧している図1または2の装置の図である。

【図4】

図4は、本発明による装置の側部から見た断面図であり、基板を加熱および冷却するための装置を含む。

【図5】

図5は、基板を加熱するための図4による装置の正面図である。

【図6】

図6は、基板を冷却するための図4による装置の正面図である。

【図7】

図7は、基板を加熱する代替方法を示す図である。

【図8】

図8aは、基板またはテンプレートを真空保持するための装置の側断面図であ

り、図8bは、図8aの装置の正面図である。

【図9】

図9aは、図8による装置を具備する本発明による第2の主要部分の正面図であり、図9bは、図9aによる装置の側部から見た断面図である。

【図10】

図10aは、図8による装置を具備する本発明による第2の主要部分の代替実施形態の正面図であり、図10bは、図10aによる装置の側部から見た断面図である。

【図11】

図11aは、基板およびテンプレートを真空保持するための代替装置の正面図、図11bは、図11aによる装置の側断面図、図11cは、基板およびテンプレートを有する図11bによる装置の側断面図である。

【図12】

図12aは、基板およびテンプレートを真空保持するためのさらに別の代替装置の側断面図であり、図12bは、基板およびテンプレートを有する図12aによる装置の側断面図である。

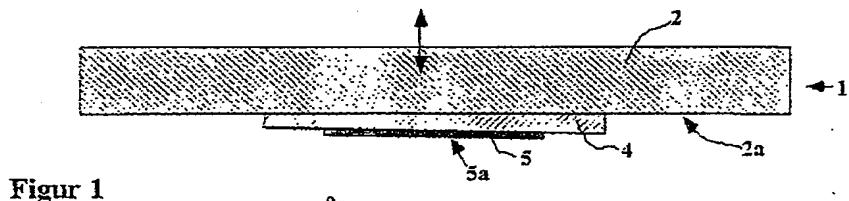
【図13】

図13は、生産サイクル用の時間の関数としての基板温度および圧力のグラフである。

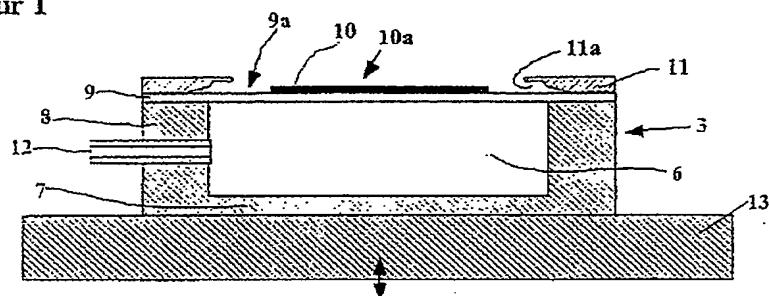
【図14】

図14aは、テンプレートの走査電子顕微鏡写真、図14b～図14dは、本発明による装置および方法によって達成された様々なナノメートルサイズの構造物の走査電子顕微鏡写真である。

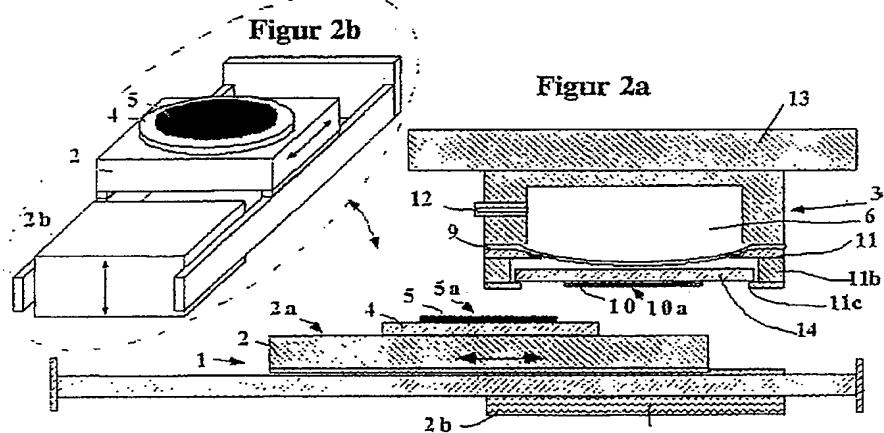
【図1】



Figur 1

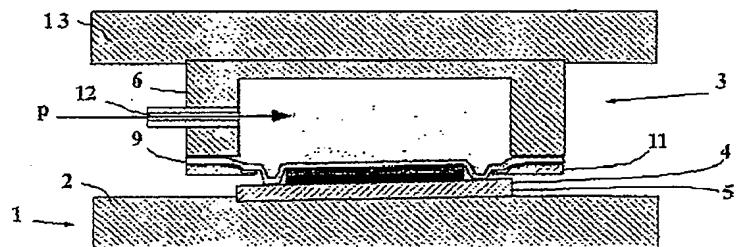


【図2】



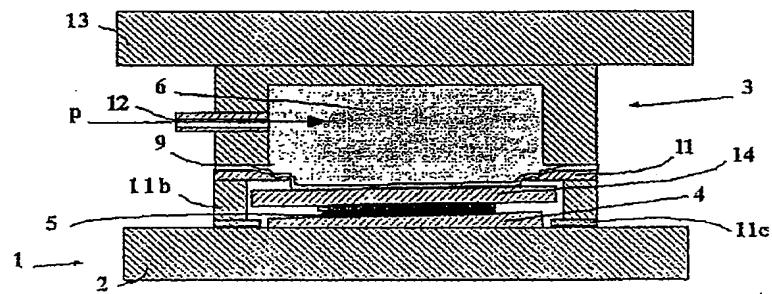
【図3a】

Figur 3a

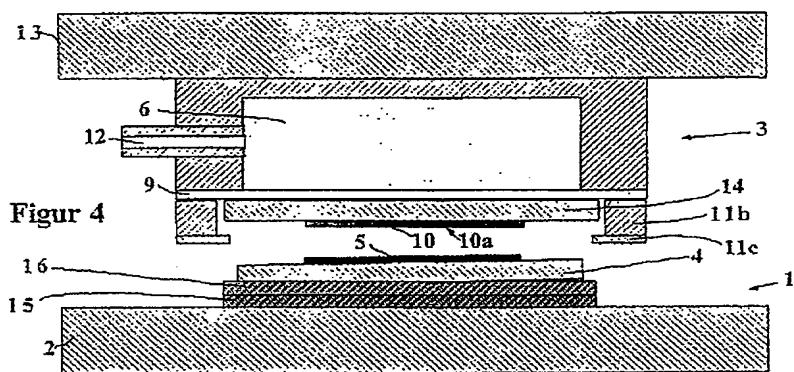


【図3b】

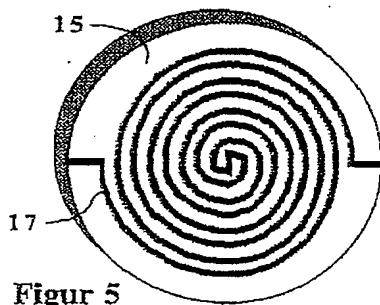
Figur 3b



【図4】

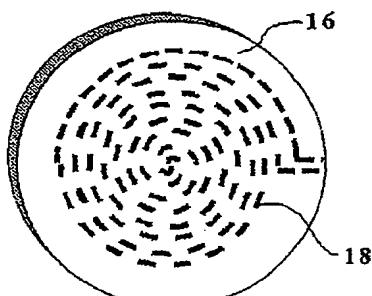


【図5】



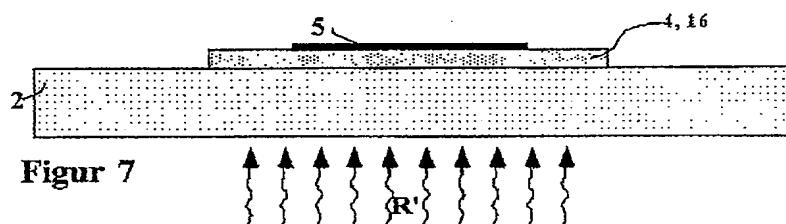
Figur 5

【図6】



Figur 6

【図7】



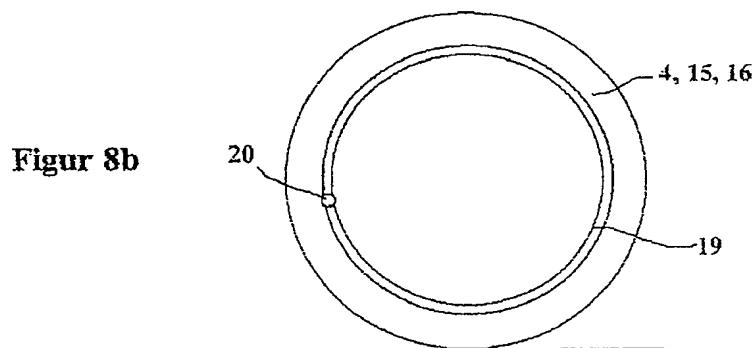
Figur 7

【図8a】



Figur 8a

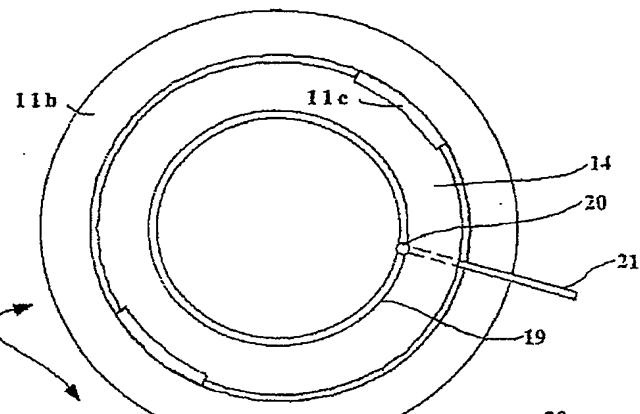
【図8b】



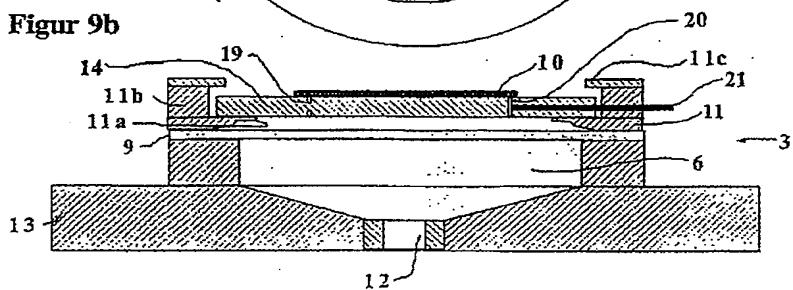
Figur 8b

【図9】

Figur 9a

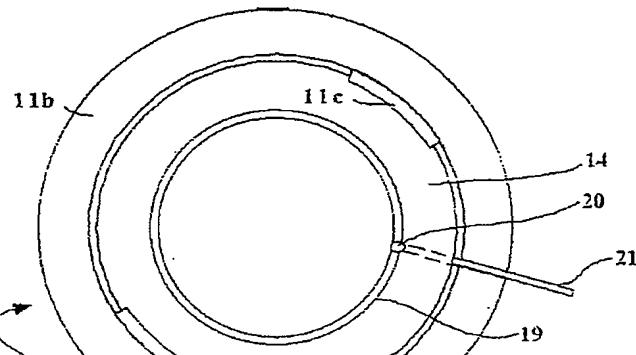


Figur 9b

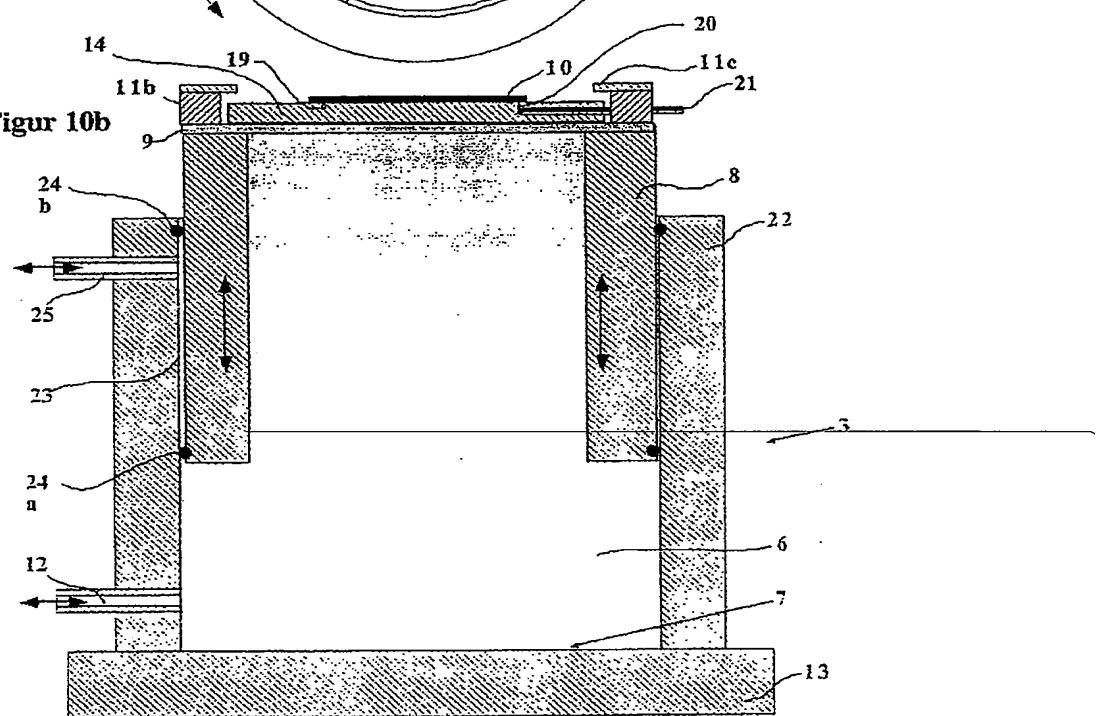


【図10】

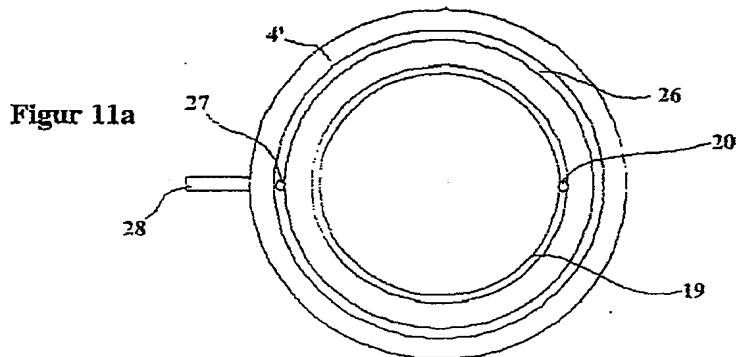
Figur 10a



Figur 10b

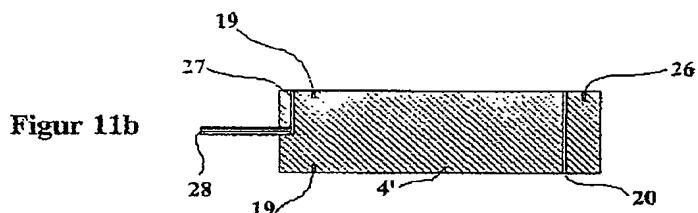


【図11a】



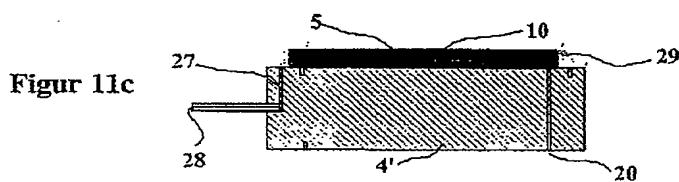
Figur 11a

【図11b】



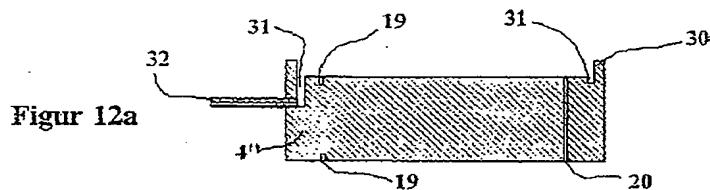
Figur 11b

【図11c】



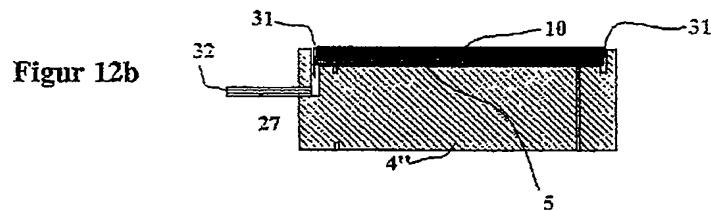
Figur 11c

【図12a】

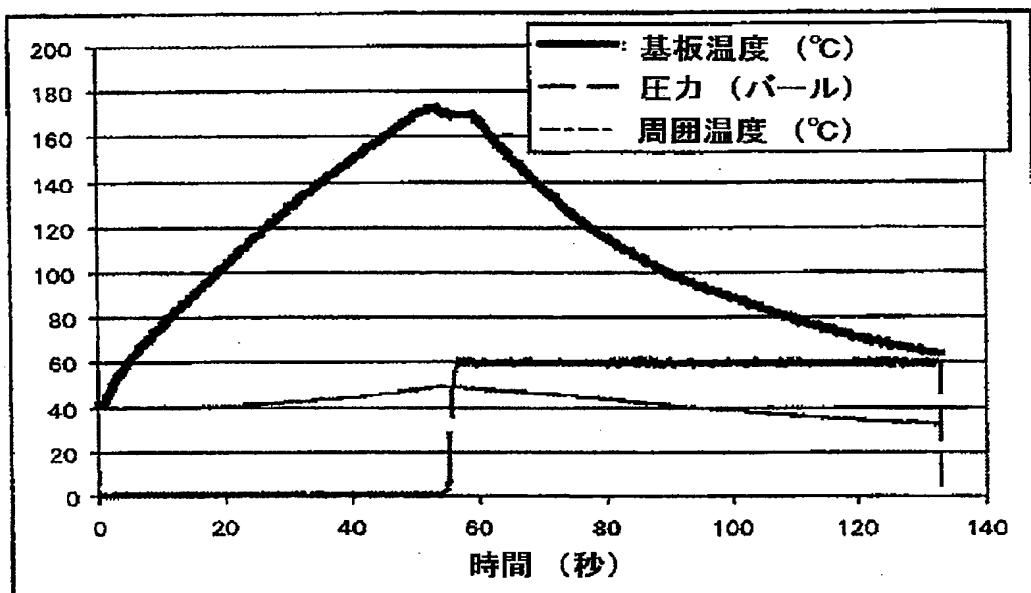


Figur 12a

【図12b】



【図13】

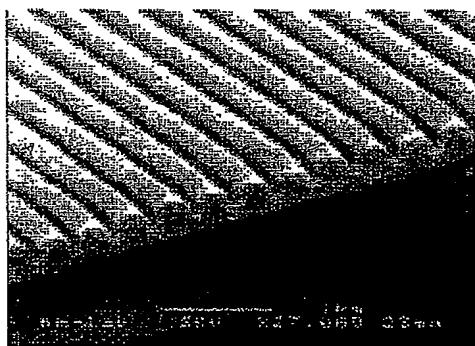


【図14a】



Figur 14a

【図14b】



Figur 14b:

【図14c】

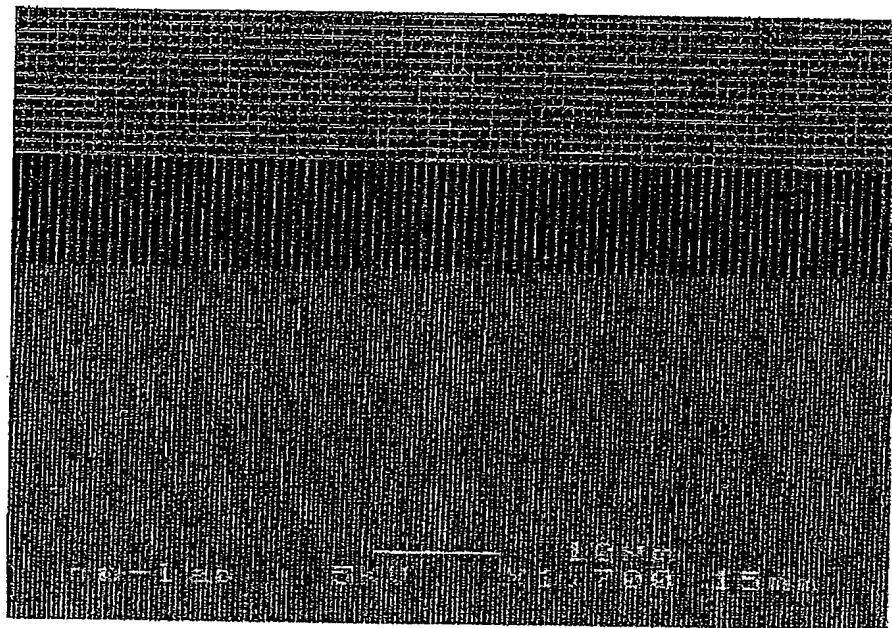
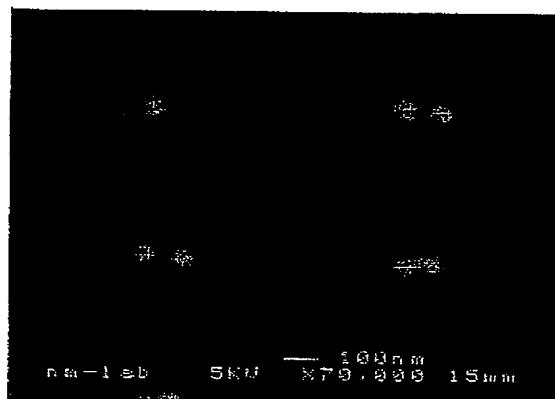


Fig14c:

【図14d】



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成13年11月9日(2001.11.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】 ナノインプリントリソグラフィに関する装置であって、第1の主に平らな表面(2a)を有する第1の主要部分(1)と、第2の主に平らな表面(9a)を有する第2の主要部分(3)とを具備し、該第1の表面と該第2の表面とは互いに対向しており、互いにに対して原則として平行に配列され、それらの間に調節可能な間隔を有し、該第1の表面および該第2の表面が、それぞれ、基板(5)およびテンプレート(10)用のサポートを形成するようにまた逆も同様に配列される装置において、該第2の主要部分(3)が、媒体用のキャビティ(6)と、該媒体の圧力を1~500バール正圧の範囲内の圧力に調節するための手段とを具備し、該キャビティの壁は、可撓性のある膜(9)から構成され、その一方の側は、キャビティ(6)から離れて面しており、該第2の表面(9a)を形成することを特徴とする装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項6】 前記媒体の前記圧力を調節するための前記手段が、圧力を、1~200バール、好ましくは1~100バールの範囲の圧力に調節するように配列されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項13

【補正方法】変更**【補正の内容】**

【請求項13】 ナノインプリントリソグラフィに関する方法であって、以下、ナノインプリンティングと称する、基板(5)およびテンプレート(10)が第1の表面(2a)と第2の表面(9a)との間に置かれ、第1の表面(2a)と前記第2の表面(9a)とは互いに對して対向しており、主に平らな、且つ、互いに對して主に平行である方法において、前記第2の表面(9a)は可撓性のある膜(9)の一方の側から構成され、1~500バール正圧の圧力が前記膜の他方の側の媒体に形成され、そのため、テンプレート及び基板が一緒に加圧され、一方、前記第1の表面(2a)はドリーとして作用することを特徴とする方法。

【国際調査報告】

1 INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/SE 00/02417
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC7: G03F 7/00, B41M 1/06, B82B 1/00, B82B 3/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC7: B41M, B81C, B82B, G03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched SE, DK, FT, NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPODOC, WPI, PAJ, DIALINDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5947027 A (TIMOTHY P. BURGIN ET AL), 7 Sept 1999 (07.09.99), column 1, line 6 - line 10; column 1, line 42 - line 43; column 2, line 11 - line 15, column 3, line 16-line 25; column 3, line 62 - line 65; column 4 line 1-line 19; column 4, line 46-line 52; figure 1-3 ---	1-17
A	US 5772905 A (STEPHEN Y. CHOU), 30 June 1998 (30.06.98), column 1, line 4 - line 8; column 6, line 31 - line 67, figure 9 ---	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"B" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (or specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered, novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 1 March 2001		Date of mailing of the international search report 22-03-2001
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Bengt Christensson/MP Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				International application No. PCT/SE 00/02417
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5947027 A	07/09/99	NONE		
US 5772905 A	30/06/98	NONE		

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1998)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY,
DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I
T, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF
, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, G
M, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ
, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, B
Z, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK
, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, J
P, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR
, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, R
O, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ
, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VN, YU, ZA, ZW